

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-220113

(43)Date of publication of application : 18.08.1995

(51)Int.Cl.

G06T 15/00
G01B 11/24
G06T 7/00
G06T 11/00
H04N 13/00

(21)Application number : 06-008522

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 28.01.1994

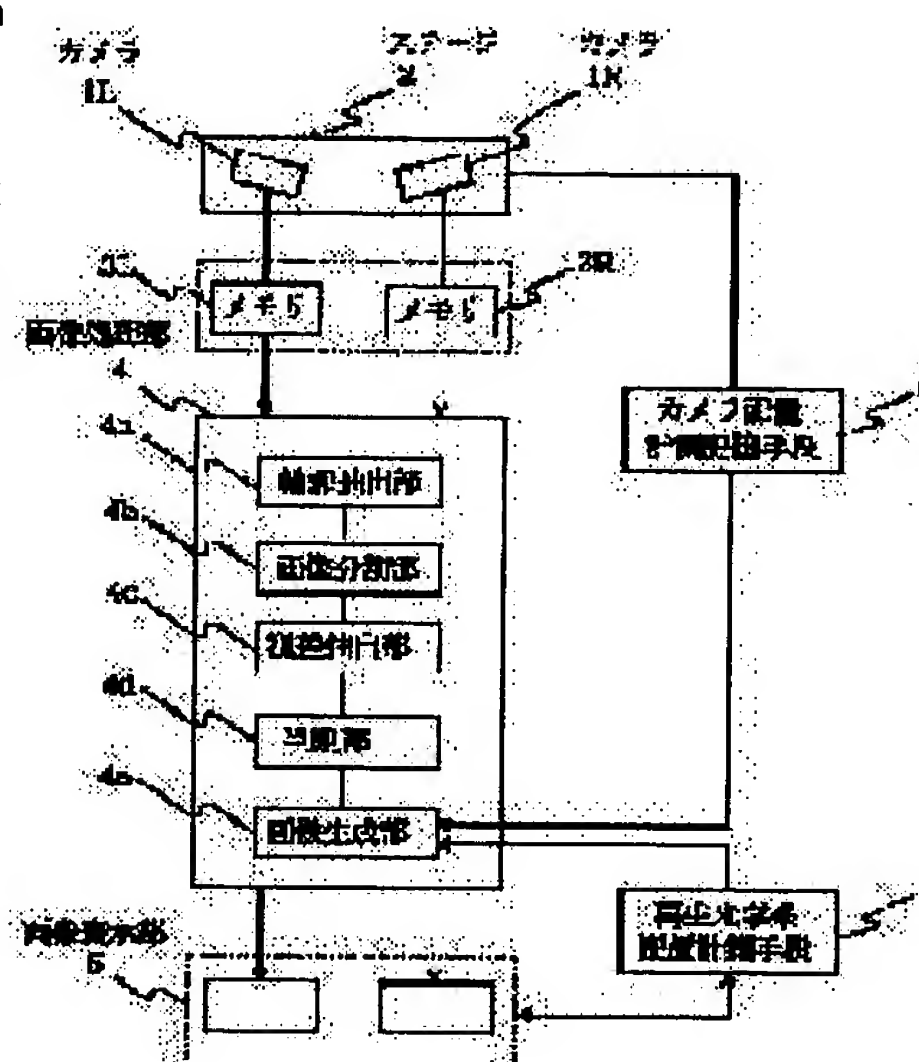
(72)Inventor : MATSUGI MASAKAZU
IJIMA KATSUMI

(54) IMAGE RECORDING/REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To shorten the operation time by preventing the extraction of parallax at a place near a shielding contour and by extracting the parallax for each block and in consideration of the human stereoscopic sense characteristic.

CONSTITUTION: The images photographed by two cameras 1L and 1R provided on a stage 2 are recorded as the image data on the memories 3L and 3R respectively. When these image data are supplied to an image processing part 4 from both memories 3L and 3R, the parallax discontinuous contours of the image data are extracted. Then the image data are divided into plural blocks of each prescribed size so as to avoid the crossing to the parallax discontinuous contours. The parallax of each image is extracted for each divided block. Based on the extracted parallax, a both-eye visual area is discriminated from a single-eye visual area. The parallax of the both-eye visual area is converted into the parallax that is accordant with the placement of a reproduction optical system. Thus the stereoscopic images are generated and displayed at an image display part 5.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 7 - 2 2 0 1 1 3

(43)公開日 平成7年(1995)8月18日

(51)Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 15/00				
G 0 1 B 11/24	K			
G 0 6 T 7/00		9071- 5 L	G 0 6 F 15/62	3 5 0 V 4 1 5
審査請求	未請求	請求項の数 4	O L	(全 1 1 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-8522

(22)出願日 平成6年(1994)1月28日

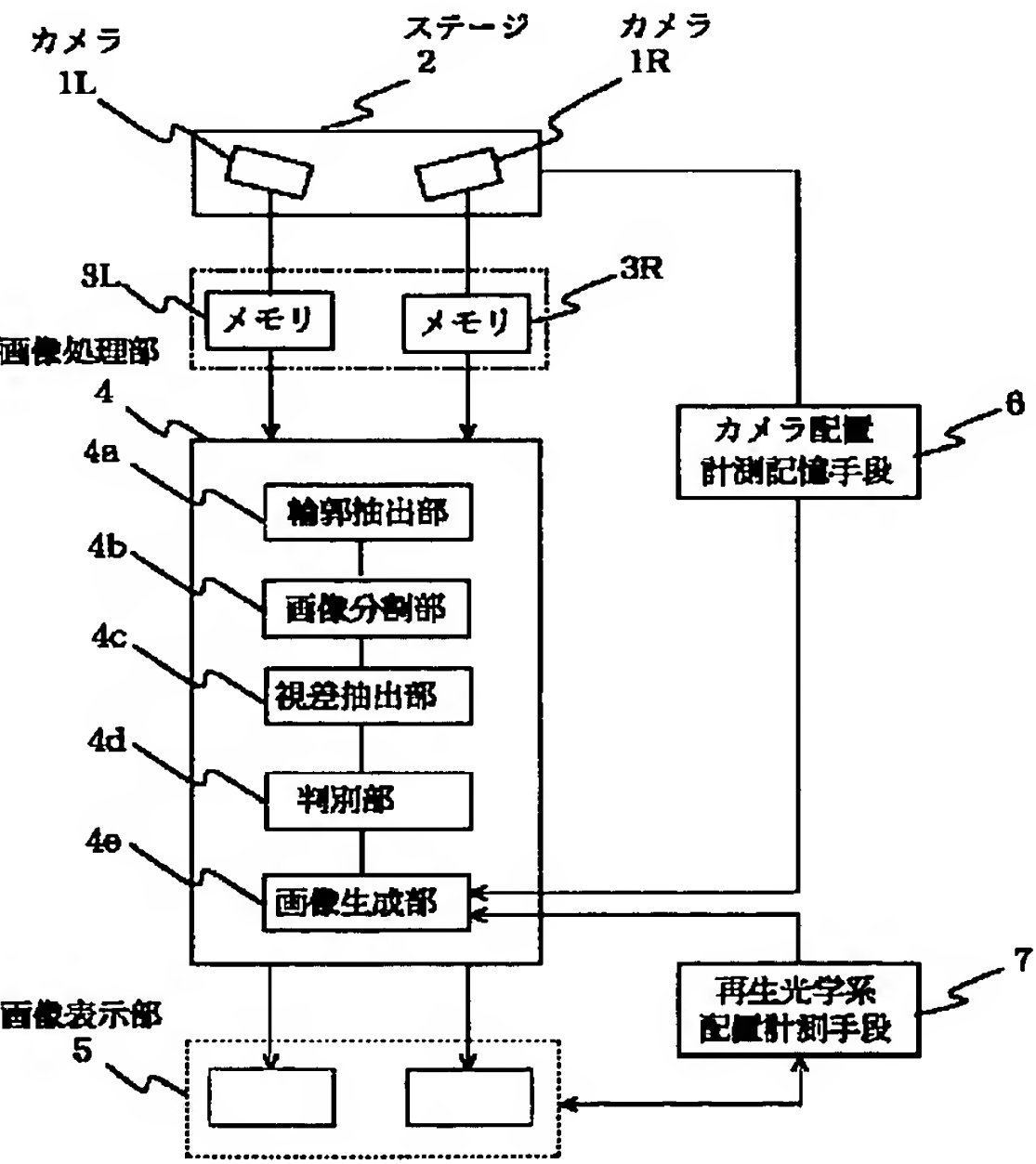
(71)出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72)発明者 真繼 優和
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ
ン株式会社内
(72)発明者 飯島 克己
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノ
ン株式会社内
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 画像記録再生装置

(57)【要約】

【目的】 遮蔽輪郭近傍での視差の抽出を防止する。また、人間の立体知覚特性を考慮したブロック単位の視差抽出を行なうことにより演算時間を短縮する。

【構成】 ステージ 2 上に設けられた 2 台のカメラ 1 L, 1 R で撮影された画像は、メモリ 3 L, 3 R に画像データとしてそれぞれ記録される。記録された画像データがメモリ 3 L, 3 R から画像処理部 4 に入力されると、画像処理部 4 では、まず入力された画像データの視差不連続輪郭が抽出され、その視差不連続輪郭と交差しないように画像データが所定の大きさの複数のブロックに分割される。次に、分割されたブロック毎に各画像の視差が抽出され、その視差に基づいて両眼視領域と単眼視領域とが判別される。この両眼視領域における視差が再生光学系の配置に合った視差に変換されてステレオ画像が生成され、そのステレオ画像が画像表示部 5 へ出力され表示される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のカメラを用いて撮影した画像から種々のステレオ画像を形成する画像記録再生装置において、

前記ステレオ画像を表示する画像表示手段と、

前記複数のカメラで撮影された画像を画像データとして記録する記録手段と、

前記画像データの遮蔽輪郭および視差不連続部境界線を抽出する輪郭抽出手段と、

前記抽出された遮蔽輪郭および視差不連続部境界線に交差しないように前記画像データを所定の大きさの複数の領域に分割する画像分割手段と、

前記画像データの視差を前記複数の領域毎に抽出する視差抽出手段と、

前記複数の領域毎に抽出された視差に基づいて、前記画像データにおける両眼視領域と単眼視領域を判別する判別手段と、

撮影時のカメラの配置と再生時の再生光学系の配置とから、前記両眼視領域における視差を前記再生光学系の配置に応じた視差に変換してステレオ画像を生成し、該ステレオ画像を前記画像表示手段に出力する画像生成手段とを有することを特徴とする画像記録再生装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の画像記録再生装置において、

画像分割手段は、人間が画像の奥行き変化を認識できる最小視野角を基準とし、該最小視野角以下となるよう画像データを分割するとを特徴とする画像記録再生装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の画像記録再生装置において、

画像分割手段は、画像データをカメラ間の基線長方向に対して視野角が 10 分もしくはそれ以下となる大きさの複数の領域に分割することを特徴とする画像記録再生装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の画像記録再生装置において、

撮影時のカメラの配置を計測する第 1 の計測手段、および再生時の再生光学系の配置を計測する第 2 の計測手段が設けられ、画像生成手段は、前記第 1 の計測手段および第 2 の計測手段によって計測された結果に基づいてステレオ画像を生成することを特徴とする画像記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、複数のカメラを用いて撮影した画像から種々のステレオ画像を形成する画像記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、複数のカメラを用いて対象物を撮影することにより 3 次元的映像情報（画像）を得、得られた 3 次元的映像情報を人間の視覚的特性に合わせて表

示することによって立体画像を形成する方式として両眼視差方式が知られている。

【0003】 上記両眼視差方式では、対象物を撮影する際に、人間の両眼視をある程度考慮してカメラ系の基線長および輻輳角を設定して撮影し、撮影した画像を再生する際に、人間の左右の眼に物体距離および立体形状に応じた適切な視差を与えて画像表示させることによってステレオ画像の形成が行なわれる。（放送技術、1991 年、11 月号、119-125、熊田）。

【0004】 上記の場合、撮影した画像を再生する際に、撮影時および再生時における光学系の配置（基線長および輻輳角等）の違いが反映された正しい画像を表示することが必要である。

【0005】 そこで、従来の両眼視差方式を用いた画像記録再生装置では、予め撮影時に対象物における各点のカメラ系に対する距離情報や対象物の立体形状情報を、レーザ光を用いた非接触計測手段により計測するか、あるいは、2 つのカメラで撮影された各画像における同一対象物に対応する点（以下、対応点と称する）を抽出し、そこから求まる視差の値とカメラの配置とから三角測量の原理を利用して求めることによって得、その得られた距離情報や立体形状情報に基づいて再生される画像の各点毎の視差や輝度レベルが求められている。

【0006】 例えば、対象物を撮影した画像を画像データとして記憶し、その画像データから対象物の 3 次元形状の頂点（結ぶことによって撮影された対象物が再現される点）を抽出して各頂点におけるカメラ系に対する距離情報および形状情報を求め、その距離情報および形状情報を与えられた視点位置情報に応じて演算処理することによって、その視点位置から観察した画像を生成するものが提案されている（特開平 5 - 1 2 4 1 3 号公報参照）。

【0007】 上記例以外のものとしては、特公平 1 - 4 2 4 2 7 号公報に開示されているような、画像形成の基準となる基本幾何学形状モデルに基づいて撮影した画像データから形状モデルを作成し、作成した形状モデルと任意の視点位置情報とから求まる画像変形量にしたがって撮影した画像データを変形し、撮影時とは異なる視点位置から観察したステレオ画像を生成するものがある。

【0008】 以上のように、従来の画像記録再生装置では、レーザ光を用いた非接触計測手段、あるいは三角測量の原理を利用した計測手段のいずれかを用いて対象物の各点における距離情報および立体形状情報を求め、求めた結果に基づいて各点における視差および輝度レベルを計算し、撮影時のカメラ配置とは異なるカメラ配置のステレオ画像を形成していた。

【0009】 上述した従来の画像記録再生装置では、複数のカメラによって撮影された画像に基づいてステレオ画像が形成されているが、この他コンピュータグラフィックスを用いて両眼視差画像を作成し、作成した画像の

各対応点での視差を計算により求めて画像を頭部搭載型ディスプレイ等に表示するものもある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の画像記録再生装置の場合は、2つのカメラで撮影された各画像における対応点の抽出は、視差が不連続に変化する境界（以下、遮蔽輪郭という）を検出せずに行なわれる。そのため、対応点の抽出が遮蔽輪郭近傍で行なわれると、対応点の抽出は対応していない点をそれぞれ抽出してしまい、対象物の距離および立体形状を精度良く求めることができなかった。この結果、再生画像からは良好なステレオ画像を得ることができないという問題があった。特に、対象物が至近距離にある場合においては、上記対応点の抽出の問題が顕著に現れていた。

【0011】また、従来の画像記録再生装置では、各画像の視差（横ずれ）の抽出は、対象物の各対応点毎に求められていた。このような視差の抽出では、対象物の奥行き変化に対して、人間の立体知覚特性が、撮影する方向に前後して重なる2つの物体があるときのその奥行き解像度（縦分解能）が視野角に換算して秒オーダであり、2つの物体が撮影する方向に対して平行に並んでいるときのその奥行き解像度が10分程度であるということが考慮されておらず、結果的に視差を必要以上に高精度に求めていた。そのため、演算時間が長くなるという問題が生じていた。

【0012】同様に、コンピュータグラフィックスによる両眼視差画像からステレオ画像を作成する場合においても、上述の人間の立体知覚特性が考慮されていないため、不必要に多くの演算が行なわれていた。

【0013】本発明の目的は、対応点の抽出が遮蔽輪郭近傍で行なわれることのない、また、人間の立体知覚特性を考慮した視差の抽出および画像表示を行なうことができる画像記録再生装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の画像記録再生装置は、複数のカメラを用いて撮影した画像から種々のステレオ画像を形成する画像記録再生装置において、上記ステレオ画像を表示する画像表示手段と、上記複数のカメラで撮影された画像を画像データとして記録する記録手段と、上記画像データの遮蔽輪郭および視差不連続部境界線を抽出する輪郭抽出手段と、上記抽出された遮蔽輪郭および視差不連続部境界線とが交差しないように、上記画像データを所定の大きさの複数の領域に分割する画像分割手段と、上記画像データの視差を上記複数の領域毎に抽出する視差抽出手段と、上記複数の領域毎に抽出された視差に基づいて、上記画像データにおける両眼視領域と単眼視領域を判別する判別手段と、撮影時のカメラの配置と再生時の再生光学系の配置とから、上記両眼視領域における視差を上記再生光学系の配置に応じた視差に変換してステレオ画像を生成し、該ステレオ画像

を上記画像表示手段に出力する画像生成手段とを有することを特徴とする。

【0015】上記画像記録再生装置において、画像分割手段は、人間が画像の奥行き変化を認識できる最小視野角を基準とし、該最小視野角以下となるよう画像データを分割するとを特徴とする。

【0016】さらに、画像分割手段は、画像データをカメラ間の基線長方向（水平方向）に対して視野角が10分もしくはそれ以下となる大きさの複数の領域に分割することを特徴とする。

【0017】また、上記画像記録再生装置において、撮影時のカメラの配置を計測する第1の計測手段、および再生時の再生光学系の配置を計測する第2の計測手段が設けられ、画像生成手段は、上記第1の計測手段および第2の計測手段によって計測された結果に基づいてステレオ画像を生成することを特徴とする。

【0018】

【作用】上記の如く構成すれば、2つのカメラで撮影された画像は、それぞれ視差不連続輪郭に基づいて複数の領域に分割され、各画像の視差はその分割された領域毎に求められ、求められた視差に基づいて各画像における両眼視領域および単眼視領域が判別される。

【0019】上記両眼視領域で求められた視差は、撮影時のカメラ配置と再生時の再生光学系の配置とから該再生光学系の配置に合った視差に変換されてステレオ画像が生成される。

【0020】つまり、本発明の画像記録再生装置では、従来の画像記録再生装置のように対象物の各点における視差を1点1点求めるということは行なわれず、所定の大きさの領域毎に視差が求められる。

【0021】また、上述の画像分割では、分割される領域は視差不連続輪郭に基づいて分割され、しかもその領域は視差不連続輪郭と交差しないよう分割される。このことにより、2つのカメラで撮影された2つの画像の対応は、上記分割された領域毎に行なわれることとなり、従来のように視差不連続輪郭で各画像の対応が取られることはない。

【0022】上述のようにして画像が分割される際には、人間の立体知覚特性が考慮される。人間の立体知覚特性を考えると、並列する2つの物体の視差を認識できる最小視野角は10分である。本発明では、基線長方向（水平方向）に対して視野角が10分もしくはそれ以下の大きさの複数の領域で画像分割が行なわれるので、視差が不必要に細かく求められることはない。

【0023】さらに、上述した画像記録再生装置では、撮影時のカメラの配置および再生時の再生光学系の配置は、第1および第2の計測手段によってその都度計測されるので、上記カメラの配置および再生光学系の配置が変わってもその再生光学系に合ったステレオ画像が生成される。なお、予め上記カメラの配置および再生光学系

の配置が情報として与えられているときは、それぞれの配置を測定する必要はない。

【0024】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0025】図1は、本発明の第1実施例の画像記録再生装置の概略構成図である。

【0026】本実施例の画像記録再生装置は、ステージ2上に設けられた2台のカメラ1L、1Rと、各カメラ1L、1Rで撮影された各画像の視差分布を抽出する画像処理部4と、該画像処理部4で処理された結果を表示する画像表示部5とで構成されている。

【0027】上記画像表示部5としては、液晶パネルや時分割シャッターメガネ等を用いた頭部搭載型ディスプレイ（HMD）や、レンチキュラレンズスクリーンと液晶パネルを用いた投射方式等の画像表示装置が用いられる。

【0028】また、上記各カメラ1L、1Rには、それぞれメモリ3L、3Rが設けられており、それぞれのカメラで撮影された画像はこのメモリ3L、3Rに画像データとしてそれぞれ記録される。ここで記録された画像データが、メモリ3L、3Rから画像処理部4へ出力される。

【0029】画像処理部4は、カメラ1L、1Rで撮影された立体画像から、そのカメラ1L、1Rの配置とは異なる配置の立体画像（ここでは、画像表示部5の再生光学系の配置に応じた立体画像をいう）を形成するものであって、輪郭抽出部4a、画像分割部4b、視差抽出部4c、判別部4dおよび画像生成部4eとで構成されている。各構成部以下のような特徴を有している。

【0030】輪郭抽出部4aは、上記各カメラ1L、1Rで撮影された画像における遮蔽輪郭または視差が不連続に変化する部分（以下、視差不連続境界線という）を抽出する。画像分割部4bは、各カメラ1L、1Rで撮影された各画像を、輪郭抽出部4aで抽出された遮蔽輪郭または視差不連続境界線に基づいて矩形などの形の複数の領域に分割する。視差抽出部4cは、画像分割部4bでそれぞれ分割された各領域毎に視差を抽出する。判別部4dは、各カメラ1L、1Rで撮影された画像の単眼視領域（一方のカメラでしか撮影されていない領域）と両眼視領域（双方のカメラで撮影された領域）とを判別する。画像生成部4eは、各カメラ1L、1Rで撮影された画像における視差分布と、撮影および再生の際の光学系の配置とから左右の眼に入射させるステレオ画像を生成する。

【0031】また、上記画像記録再生装置において、ステージ2にはカメラ配置計測記憶手段6が設けられており、撮影時のカメラの配置がこのカメラ配置計測記憶手段6によって計測され、計測結果がカメラ配置計測記憶手段6から上記画像生成部4eへ出力される。

【0032】さらに、画像表示部5には再生光学系配置計測手段7が設けられており、再生時の光学系の配置

（ディスプレイ光学配置および肉眼光学配置等）がこの再生光学系配置計測手段7によって計測され、計測結果が再生光学系配置計測手段7から上記画像生成部4eへ出力される。

【0033】本実施例でいう遮蔽輪郭とは、2台のカメラによって撮影された画像において、視差不連続に変化する部分によって隔てられる一方の領域が両眼視領域、他方の領域が単眼視領域となる場合をいう。また、双方の領域とも両眼視領域であるものは視差不連続部輪郭という。

【0034】なお、上記画像記録再生装置では、カメラ1L、1Rで撮影された左右の画像はそれぞれ所定の大きさの複数の領域に分割され、しかもその分割された各領域は遮蔽輪郭または視差不連続部輪郭と交差しないよう設けられるため、ステレオ画像を形成する際、左右の画像の対応が遮蔽輪郭または視差不連続部輪郭で行なわれることはない。

【0035】次に、上述の画像記録再生装置の動作について詳しく説明する。

【0036】左右のカメラ1L、1Rで撮影された画像は、それぞれメモリ3L、3Rへ入力されて一旦画像データとして記録される。同時に、撮影時のカメラ1L、1Rの配置がカメラ配置計測記憶手段によって計測され記憶される。メモリ3L、3Rに画像データが記録されると、その記録された画像データが画像処理部4へ出力される。

【0037】ここで、画像処理部4における画像処理について詳しく説明する。

【0038】メモリ3L、3Rに記録された画像データがそれぞれ画像処理部4へ入力されると、画像処理部4では、まず、入力された画像データは輪郭抽出部4aへ渡され、入力された左右の画像の視差不連続輪郭がそれぞれ抽出される。

【0039】図2はカメラ1L、1Rで撮影された画像の視差不連続輪郭を示したもので、図2（a）に左右のカメラで撮影された原画像（直方体）、図2（b）に図2（a）から抽出された視差不連続輪郭を示す。

【0040】ここでいう視差不連続輪郭とは、図2（a）に示されるように原画像として直方体が撮影されたものにおいて、左右双方のカメラによって撮影された平面における視差不連続部である視差不連続部輪郭、および一方のカメラでしか撮影されていない平面における視差不連続部である遮蔽輪郭のことを総括していう。

【0041】上記視差不連続輪郭を抽出する方法としては、濃淡画像から等輝度線を検出し、エビポーラ条件（一方の画像上にある点に対するもう一方の画像の対応点は、同じ走査線の半値線上に存在する）を利用して同一エビポーラライン上での等輝度点の分布、あるいは等

輝度線の傾き等により検出する方法（特開平 5 - 3 4 1 1 7 号公報参照）がある。

【0042】上述のようにして図 2（a）に示す原画像から図 2（b）に示す視差不連続輪郭が抽出されると、画像は画像分割部 4 b によって矩形等の形の複数の領域に分割される。このときの画像の分割は、図 2（b）に示すような視差不連続輪郭で隔てられた領域内が所定の大きさの複数の領域で分割されることによって行なわれ、しかも分割された各領域が視差不連続輪郭に交差しないよう行なわれる。

【0043】また、上記分割される領域の大きさには人間の立体知覚特性が考慮され、例えば、カメラ 1 L, 1 R の基線方向（または水平方向）は視野角に換算して 10 分オーダ以下とし、その垂直方向（画像が表示される画面内での上記基線方向に対して直行する方向）は視差不連続輪郭をはみ出さなければ特に限定されないものとする。

【0044】すなわち、人間は水平方向に視野角が 10 分以上あるときに、並列した各物体の距離の違いを認識できることから、分割される領域の水平方向の大きさは、視野角に換算して最大 10 分の大きさに設定される。領域がこの 10 分を越える大きさに設定されると、後述する視差（横ずれ）の抽出が不自然におおきな領域毎に行なわれることになり、結果得られる立体画像は不自然なものになってしまう。

【0045】また、撮影時の各カメラは設定上水平方向に同期が取られているため、撮影された画像における垂直方向に対する左右の画像のずれはほとんどなく、よって上述の如く領域の垂直方向の大きさは特に限定されなくても良いこととなる。

【0046】以上の如く画像が分割されると、視差抽出部 4 c によって、左右の画像間における分割画像の各領域の対応が判定され、対応する領域がある場合にはその視差（横ずれ）が求められる。なお、本実施例では、便宜上、視差は左画像に対する右画像の値とする。

【0047】視差を求める場合、左右の画像における強度不連続部（境界線）をそれぞれ検出し、検出したその境界線によって隔てられた部分の一定サイズ以下の領域の相関を左右の画像間で計算する方法（Toh and Forrest, Third International Conference on computer Vision, 1990, PP. 126-132）が用いられる。この方法では、両眼視領域内にある領域どうしは相関が高く、単眼視領域内にある領域どうしは相関が低いということが利用される。

【0048】なお、視差を求める方法としては、上述の相関法や最小 2 乗法等による領域ベースの手法を用いる方法と、各領域内のエッジを抽出してマッチングをとる特徴ベースの手法を用いる方法とがある（Dhond & Aggarwal, IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 19, 1489-1510）。前者の手法を用いる場合、相関を計

算する際の領域には、上述の分割された領域か、あるいはそれを更に細かく分割した領域が用いられる。また、後者の手法を用いる場合、エッジまたは特徴が上述の視差不連続輪郭に重なるときには上記マッチングをとらないこととする。

【0049】また、視差抽出部 4 c は、必要があれば視差不連続輪郭で区切られた領域の平均視差を算出する。すなわち、視差抽出に際し、上記領域ベース手法において、平均視差を算出する領域よりも小さい領域に分割された場合、あるいは、特徴ベース手法において、各エッジ毎に視差を求めた後、エッジの存在しない領域の視差を補間して求めたとき、1 つの視差不連続輪郭内に複数のエッジがある場合などに平均視差を算出する。

【0050】上述のようにして得られる各視差不連続輪郭領域毎の視差の値は、カメラからその領域に相当する対象物までの距離の平均に対応している。

【0051】視差抽出部 4 c における処理の結果、視差が求まらない場合、例えば、対応点あるいは対応領域が存在しない場合には、該当する領域は単眼視領域であるため、判別部 4 c によって領域中の各画素にその旨を示すラベル付けが行なわれる。上記ラベル付けは、例えば、ラベル用配列 $L(i, j)$ （ i, j は画素の位置を表すインデックス）を定義し、その値を左カメラにおける単眼視領域および右カメラにおける単眼視領域のそれぞれに対して $+1, -1$ とする。この場合、両眼視領域は、 $L(i, j) = 0$ に値が設定される。なお、上記両眼視領域と単眼視領域との判別は、上述した相関を用いても判別することができる。

【0052】上述のようにして、左右の画像が複数の領域に分割され、分割された各領域の対応および視差が求められて、両眼視領域と単眼視領域との判別が行なわれると、画像生成部 4 e によって、両眼視領域で得られた視差が画像表示部 5 の再生光学系に応じた視差に変換され画像生成が行なわれる。

【0053】すなわち、上記画像生成部 4 e では、上述の如く検出された両眼視領域の視差が、カメラ配置計測記憶手段 6 に記憶された撮影時のカメラ配置、および再生光学系配置計測手段 7 で計測される画像表示部 5 の光学系の配置に基づいて演算処理され、その視差が画像表示部 5 の再生光学系に応じた視差に変換される。

【0054】画像生成部 4 e によって両眼視領域の視差が再生光学系に応じた視差に変換されると、その両眼視領域の画像および上述の単眼視領域の画像が画像処理部 4 から画像表示部 5 へ出力される。すると、画像表示部 5 では、その再生光学系の配置に合ったステレオ画像が表示される。

【0055】以上のように、左右のカメラで撮影された画像は、画像処理部 4 の各構成部でそれぞれ画像処理が行なわれ、撮影時のカメラ配置で得られる立体画像とは異なるカメラ配置の立体画像が画像表示部 5 へ出力され

表示される。

【0056】次に、上述の画像生成部4eによる両眼視領域における視差の変換処理を、画像表示部5に表示された立体画像を人間の眼に入射させてステレオ画像を形成する際の、人間の眼における視差情報変換の原理に基づいて説明する。

【0057】図3は、視差情報変換の原理を示す概念図である。

【0058】図3の概念図では、直線b上に基線長L（撮影時のカメラ系の基線長）の間隔を有する2点と交差する平面をそれぞれ撮影時のカメラセンサ面 S_L 、 S_R とし、さらに、その平面の両外側の基線長 L' （再生時の光学系の基線長）の間隔を有する2点と交差する平面をそれぞれ再生時のディスプレイ面（あるいは眼球の網膜） S_L' 、 S_R' とする。また、各平面 S_L 、 S_R と直線bとの交点における各垂線 l_L 、 l_R が互いに交わる点をQとし、同様に各平面 S_L' 、 S_R' の各垂線 l_L' 、 l_R' が互いに交わる点をQ'とする。

*

$$\chi / \sin(\theta) = q / \sin(\pi - \phi - \theta) \quad (1)$$

ここでqは、点Qから点 Q_L までの距離を表すものであ

$$q = (L/2) \times (1/\sin(\phi) - u) \quad (2)$$

で与えられる。よって、上記式(1)および式(2)より

【0063】

【数1】

$$\chi = \frac{\frac{L}{2\sin(\phi)} - u}{\frac{\cos(\phi)}{\tan(\theta)} - \sin(\phi)} = \frac{\frac{L}{2\sin(\phi)} - u}{\frac{u \cdot \sin(\phi)}{|P_L|} - \sin(\phi)}$$

が得られる。また、 $\tan(\theta)$ は

$$\tan(\theta) = |P_L|/u = |P_R|/u$$

で表わせることから、基線bを含む面から点Qまでの距離Rは、

$$R = L/2 \times \cot(\phi)$$

で与えられる。ここで $|P_L|$ 、 $|P_L'|$ 、 $|P_R|$ 、 $|P_R'|$ は、各平面 S_L 、 S_L' 、 S_R 、 S_R' と直線bとの各交点から各点 P_L 、 P_L' 、 P_R 、 P_R' までの距離を表す。

【0064】同様にして、再生時の光学系の輻輳角を $2\phi'$ とすると、点Q'から点Pまでの距離 χ' は以下の式によって表せる。

【0065】

【数2】

$$\chi' = \frac{\frac{L'}{2\sin(\phi')} - u}{\frac{u \cdot \cos(\phi')}{|P_L'|} - \sin(\phi')}$$

また、基線bを含む面から点Q'までの距離R'は、 $R' = L'/2 \times \cot(\phi')$ となる。ここで、

*【0059】さらに、実空間のある物体上の点Pを点Q'から点Qへ引いた線の延長線上に設けて、その点Pの各平面 S_L 、 S_R 、 S_L' 、 S_R' における結像点をそれぞれ P_L 、 P_R 、 P_L' 、 P_R' として各平面 S_L 、 S_R 、 S_L' 、 S_R' 上に設ける。設けた各結像点 P_L 、 P_R 、 P_L' 、 P_R' と点Pとを結ぶ各線と、上記各垂線 l_L 、 l_R 、 l_L' 、 l_R' とが交わる点をそれぞれ Q_L 、 Q_R 、 Q_L' 、 Q_R' とする。ここで、点 Q_L 、 Q_R は撮影時のレンズの中心を表し、点 Q_L' 、 Q_R' は再生時の光学系のレンズの中心を表す。

【0060】以下の説明では式を簡単化するために、点Pは点 Q_L 、 Q_R から等距離で、点 Q_L 、 Q_R は平面 S_L 、 S_R から等距離uにあるものと仮定する。

【0061】ここで、図3において撮影時のカメラの輻輳角を 2ϕ とすると、点Qから点Pまでの距離 χ は三角形 $\triangle Q_L P Q$ において以下の式で表される。

【0062】

$$R - \chi = R' - \chi'$$

であることから、 P_L' について解くと、

【0066】

【数3】

$$|P_L'| = \frac{f(L, L', \phi, \phi')}{\frac{u \cdot \cos(\phi')}{A + \sin(\phi')}} = \frac{u \cdot \cos(\phi')}{A + \sin(\phi')}$$

となり、

30 【0067】

【数4】

$$A = \frac{L' - 2u \cdot \sin(\phi')}{L' \cdot \cot(\phi') - L \cdot \cot(\phi) + \frac{L - 2u \cdot \sin(\phi)}{\frac{u \cdot \cos(\phi)}{|P_L|} - \sin(\phi)}}$$

が得られる。ここで、Aは関数 $f(L, L', \phi, \phi')$ で与えられるパラメータを表す。

【0068】以上のことから分かるように、uおよび ϕ が既知であり、 P_L が測定可能であれば、基線長がLから L' に、輻輳角が 2ϕ から $2\phi'$ に変わったときの P_L' を関数 $f(L, L', \phi, \phi')$ として算出することができる。

【0069】すなわち、本実施例の画像記録再生装置では、画像が再生される際、画像生成部4eによって、カメラ配置計測記憶手段6に記憶されている撮影時のカメラ配置の情報からLおよび ϕ が読み出され、さらに、再生光学系配置計測手段7から再生時の光学配置情報として L' および ϕ' が検出され、上述の式(1)および式(2)にしたがって P_L が P_L' に変換されて画像生成が

50 行なわれる。

【0070】上記の場合、一般に視差は $(P_L - P_R)$ で与えられるため、基線長の変化に伴って視差も $(P_L' - P_R')$ のように変化する。また、図3に示すように点P、Qを含む面に関して光学系が対称となる場合には、視差は $2P_L$ から $2P_L'$ に変化する。

【0071】また、点Pが点 O_L 、 O_R から等距離でない場合、すなわち $|P_L| \neq |P_R|$ であるときでも、式(1)および式(2)を用いて P_R から P_R' を算出することができる。

【0072】なお、本実施例では、撮影時のカメラ等の配置および再生時の再生光学系の配置が、カメラ配置計測記憶手段6および再生光学系配置計測記憶手段7によってそれぞれ計測されるが、撮影時と再生時のそれぞれの光学配置が予め分かっているときには計測する必要はない。

【0073】また、遮蔽輪郭または視差不連続部の境界線で区切られた両眼視領域を分割する際の領域の形状は矩形に限定されるものではなく、遮蔽輪郭、または視差不連続部の境界線に沿って分割することができれば任意の形状であっても良い。ただし、横方向の大きさは、上述の如く10分オーダを越えないものとし、もし10分オーダを越えた場合には分割された領域をさらに再分割して10分オーダを越えない大きさにする。

【0074】図4は、本発明の第2実施例の画像記録再生装置の概略構成図である。

【0075】本実施例の画像記録再生装置は、図1に示す画像記録再生装置において、カメラ 1_L 、 1_R 内にそれぞれ設けられたズーム機構 8_L 、 8_R 、エリアセンサ 9_L 、 9_R および開口板 11_L 、 11_R と、該エリアセンサ 9_L 、 9_R の検出結果に基づいて撮像面上に撮像された画像のボケ量を算出する演算処理部10L、10Rとが設けられた以外は第1実施例の画像記録再生装置と同様の構成の装置である。上記画像記録再生装置では、撮像面上に撮像された画像のうちボケ量が大きい部分は、カメラの焦点距離から大きくずれたところであり、視差が不連続に変化する部分と判断される。

【0076】上記画像記録再生装置において、エリアセンサ 9_L 、 9_R は、カメラ 1_L 、 1_R の撮像面上に設けられている。カメラ 1_L 、 1_R によって撮影された対象物の画像はズーム機構 8_L 、 8_R を介してエリアセンサ 9_L 、 9_R 上に撮像される。演算処理部10はエリアセンサ 9_L 、 9_R 上に撮像された画像のボケ量をそれぞれ算出する。また、開口板 11_L 、 11_R は撮像面上に撮像される画像の大きさを決めるものであって、撮像系前部、例えばレンズ系前面に設けられ所定の大きさの穴を有している。

【0077】なお、第1実施例の画像記録再生装置と同様の構成部については、その構成部の動作も同様に動作するものである。

【0078】次に、上記画像記録再生装置の動作につい

て説明する。

【0079】上記画像記録再生装置では、カメラ 1_L 、 1_R によって撮影された対象物の画像がズーム機構 8_L 、 8_R を介してエリアセンサ 9_L 、 9_R 上に撮像される。このとき撮像された画像はズーム機構 8_L 、 8_R によって、画像の水平方向（ここでは、基線長方向をいう）の大きさが、例えば視野角に換算して数十分オーダとなるように調整される。このことにより、エリアセンサ 9_L 、 9_R 上に撮像される画像は、その大きさが水平方向のサイズが10分程度となる領域10個分より小さくなるよう限定される。

【0080】ここで、開口板 11_L 、 11_R の開口部（アパーチャ）の大きさを分割される領域の大きさに従って適切に設定し、開口部を対象物を撮影する際の各カメラ 1_L 、 1_R の全画角に渡って所定のステップ幅で走査する。すると、撮像面上には各ステップ毎に水平方向が10分オーダに区分された画像がそれぞれ撮像される。上記のようにして水平方向が10分オーダの画像がそれぞれ撮像されると、演算処理部10L、10Rはエリアセンサ 11_L 、 11_R を介してその画像のボケ量をそれぞれ算出する。

【0081】演算処理部10によって算出されるボケ量Cは、以下の式から求められる。

【0082】

【数5】

$$C = \frac{A|Z-f|}{Z} \times \left| \frac{Z}{Z-f} - \frac{Z'}{Z'-f} \right| + Co(A, f) \quad (3)$$

ここで、Aは開口板11のアパーチャ径、fは焦点距離、Zはカメラ 1_L 、 1_R から対象物までの距離、Z'は焦点の合った対象物までの距離、 $Co(A, f)$ はAとfとで表される関数であって合焦時の光束径を表す。

【0083】また、上記式(3)から分かるように、ボケ量Cは他のパラメータが固定されているものとする、被写体の1点、もしくは微小領域までの距離のおよその目安となる。

【0084】各ステップ毎にボケ量が算出されると、そのボケ量の変化分（例えば、算出された前後のボケ量の差の絶対値、あるいは算出された前後のボケ量の比）が取られ、その値が所定の基準値より大きいところが視差不連続輪郭部の候補として検出される。

【0085】各カメラ 1_L 、 1_R で撮像された画像は、上述のようにして各画像における視差不連続輪郭部の候補が検出された後、その抽出した視差不連続輪郭部の候補の情報とともに画像データとしてメモリ3に記憶される。

【0086】メモリ3に記憶された画像データが画像処理部4に入力されると、まず輪郭抽出部4aによって、上記視差不連続輪郭部の候補として検出された領域に基づいて強度不連続部、および色、強度の分散などの不連続部が検出される。

【0087】輪郭抽出部 4 a によって不連続部が検出されると、入力された画像は画像分割部 4 b によって、立体知覚特性が考慮された所定の大きさの複数の領域に再分割される。このときの画像の再分割も、第 1 実施例の場合と同様に各領域が上記不連続部と交差しないよう行なわれる。なお、再分割された領域内に上記不連続部が複数存在する場合には、その領域はそれぞれの不連続部と交差しないよう小領域で再分割される。

【0088】画像が複数の領域に再分割されると、第 1 実施例の場合と同様に視差抽出部 4 c によって視差がその分割された領域毎に求められる。

【0089】視差が求められた結果、上記不連続部を境界として隣接する 2 つの小領域の視差の差が所定の基準値に満たない場合には、その不連続部を視差不連続輪郭の候補から外しその領域が再分割される。このように視差不連続輪郭の候補からの視差不連続輪郭の抽出および画像分割を繰返し行なうことによって視差不連続輪郭が正確に特定できる。この結果、その特定された視差不連続輪郭により区切られた領域の平均視差を精度良く求めることができる。

【0090】以上のようにして、視差不連続輪郭が抽出されると、画像処理部 4 では第 1 実施例の場合と同様の処理が行なわれて所望するステレオ画像が生成される。画像処理部 4 で処理されたステレオ画像は画像表示部 5 へ出力されて表示される。

【0091】図 5 は、本発明の第 3 実施例の画像記録再生装置の概略構成図である。

【0092】本実施例の画像記録再生装置は、各カメラで撮影された画像を別途コンピュータグラフィックスあるいは実写によって生成される画像に組み込んで立体表示するものであって、以下のような構成となっている。

【0093】上記画像記録再生装置は、それぞれ異なる画像を生成する 2 つの画像生成部と、それぞれ生成された 2 つの画像を合成する合成部とを有するものである。

【0094】一方の画像生成部は、ステージ 202 上に設けられた 2 台のカメラ 201 L, 201 R と、カメラ 201 L, 201 R で撮影された画像を画像データとして記憶するメモリ 203 と、メモリ 203 から入力される画像データから立体画像を生成する画像処理部 204 とで構成されている。

【0095】他方の画像生成部は、上記カメラ 201 L, 201 R とは別に設けられた複眼撮像部 212 と、所望のコンピュータグラフィックスを生成する CPU 213 と、これらの生成された画像を記憶するメモリ 214 とで構成されている。

【0096】また、上記合成部は画像合成部 215 で構成されており、2 つの画像生成部によって生成された画像はそれぞれ画像合成部 215 で合成される。ここで合成された画像は、画像表示部 205 に出力され画像表示される。

【0097】なお、上記画像処理部 204 には、カメラ 201 L, 201 R の撮影時のカメラ配置を計測し記憶するカメラ配置計測記憶手段 206、および画像表示部 205 の再生時の再生光学系の配置を計測し記憶する再生光学系配置計測記憶手段 207 が接続されており、第 1 および第 2 実施例の場合と同様に、カメラ 201 L, 201 R で撮影された画像に基づいて撮影時のカメラ配置とは異なるカメラ配置の画像の生成が行なわれる。

【0098】次に、上記画像記録再生装置の動作について、カメラ 1 L, 1 R を用い背景が一樣に写る場所で人物像を撮像し、その人物像と他の画像とを合成処理する場合を例に挙げて説明する。

【0099】カメラ 1 L, 1 R で撮影された画像、ここでは背景が一樣に写る場所で人物像を撮像したものがメモリ 203 に画像データとして記録される。同時に、撮影時のカメラの配置がカメラ配置計測記憶手段 206 に記憶される。

【0100】メモリ 203 から記録された画像データが画像処理部 204 に出力されると、画像処理部 204 では、第 1 実施例に述べた手法により人物の画像領域の平均視差が求められる。求めた平均視差とカメラ配置計測記憶手段 206 で得られたカメラ配置とから、三角測量の原理を用いてカメラから人物像までの距離の概算値が得られる。

【0101】上述のようにしてカメラから人物像までの距離の概算値が得られると、画像処理部 204 では得られた距離と人物像の画像サイズに基づいて、撮像時とは異なるカメラ配置の画像となるよう画像に適切な視差と画像サイズが与えられて画像生成が行なわれる。生成された画像は、画像合成部 215 へ出力される。

【0102】一方、メモリ 214 には上記人物像とは別に、複眼撮像部 212 によって撮像された画像、あるいは CPU 213 によって作成されたコンピュータグラフィックスが記憶されており、これらの画像が必要に応じて画像合成部 215 へ出力される。

【0103】画像処理部 204 およびメモリ 214 からそれぞれ画像が画像合成部 215 に出力されると、画像合成部 215 では入力されたそれぞれの画像の投影または合成が行なわれる。この結果、2 つの画像が融合されて画像表示部 205 に表示される。

【0104】なお、本実施例では、投影とは対象画像が投影されるべき領域の画素を、背景となる画像の輝度レベルから対象画像に対する輝度レベルに置換する等の画像処理を示すが、元々の背景画像に対象画像の輝度レベルを補正して加えても良い。また、背景画像含め遮蔽輪郭または視差不連続輪郭で区切られた全ての両眼視領域の画像を、画像処理部 204 により得られるそれぞれの平均視差、または各領域内を水平方向に 10 分程度あるいはそれ以下のサイズの領域に分割した際の領域毎の平均視差を与えて表示しても良い。

【0105】さらに、カメラ配置計測記憶手段206および再生光学系配置計測記憶手段207を用いて、撮影時と再生時のそれぞれの光学系の配置を計測し、双方の配置の差異を反映した立体画像を生成する場合には、遮蔽輪郭または視差不連続輪郭で区切られた両眼視領域の平均視差を、領域毎にそれぞれ第1実施例の場合と同様に画像処理部204により求めて表示しても良い。

【0106】なお、本発明の画像記録再生装置における各構成部は、ステージ上に設けられた一体構成の装置であっても、メモリ部、画像処理部および画像表示部がカメラとは別に設けられた構成の装置であっても良い。

【0107】さらに、本発明の画像記録再生装置において、上述した各実施例では、2台のカメラは水平に設置されその水平同期が予め取られるため、画像の分割は、基線長方向に対しては人間の立体知覚特性を考慮して視野角が10分もしくはそれ以下とし、その基線長方向に垂直となる方向に対しては視差不連続輪郭に交差しなければ限定されないものとしていたが、上記2台のカメラが水平に設置されない場合には、上記基線長方向に垂直となる方向は所定の大きさに限定してもよい。

【0108】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0109】請求項1に記載のものにおいては、左右のカメラで撮影された画像における対応点の抽出は、遮蔽輪郭または視差不連続部の境界線で区切られた領域毎に行なわれるので、視差不連続領域で各画像における対応点の抽出が行なわれるのを防止でき、良好な画像を形成できるという効果がある。

【0110】さらに、遮蔽輪郭または視差不連続部の境界線で区切られた領域が、人間の立体知覚特性が考慮された所定の大きさの複数の領域に分割されて、その分割された領域毎に視差の抽出が行なわれるので、立体感を損なうことなく視差抽出処理および画像生成処理における演算時間を短縮できるという効果がある。

【0111】請求項2に記載のものにおいては、画像データの分割が人間の立体知覚特性を考慮した大きさとなるため、上記各効果に加えて、視差の抽出が適度なものとし、演算処理を高速に行なうことができる効果があ

る。

【0112】請求項3に記載のものにおいては、人間の立体知覚特性に近似した視差の抽出が行なわれ、上記効果を一層向上することができる効果がある。

【0113】請求項4に記載のものにおいては、上記各効果を奏する画像記録再生装置を実現することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の第1実施例の画像記録再生装置の概略構成図。

【図2】カメラ1L、1Rで撮影された画像の視差不連続輪郭を示したもので、(a)は左右のカメラで撮影された原画像、(b)は(a)から抽出された視差不連続輪郭。

【図3】視差情報変換の原理を示す概念図。

【図4】本発明の第2実施例の画像記録再生装置の概略構成図。

【図5】本発明の第3実施例の画像記録再生装置の概略構成図

20 【符号の説明】

1L、1R、201L、201R カメラ

2、202 ステージ

3、3L、3R、203、214 メモリ

4、204 画像処理部

4a 輪郭抽出部

4b 画像分割部

4c 視差抽出部

4d 判別部

4e 画像生成部

30 5、205 画像表示部

6、206 カメラ配置計測記憶手段

7、207 再生光学系配置計測記憶手段

8L、8R ズーム機構

9L、9R エリアセンサ

10L、10R 演算処理部

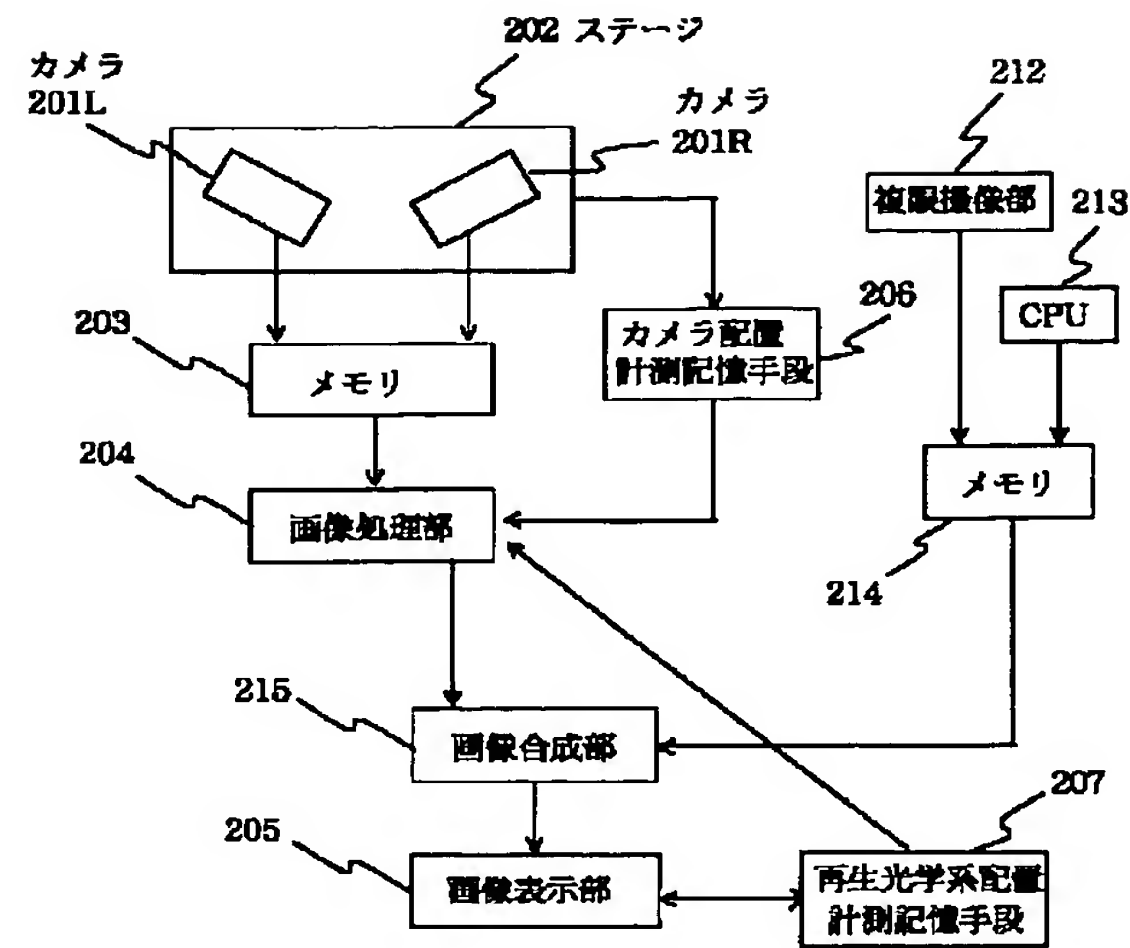
11L、11R 開口板

212 複眼撮像部

213 CPU

215 画像合成部

【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

G 0 6 T 11/00

H 0 4 N 13/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9365-5 L

G 0 6 F 15/72